

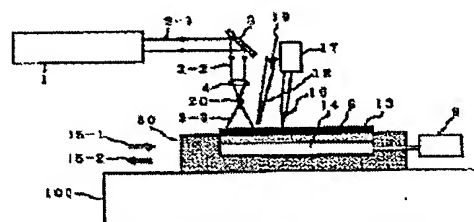
Cited Ref 1

METHOD FOR MACHINING SUBSTRATE AND MACHINING DEVICE THEREOF

Patent number: JP2001176820
Publication date: 2001-06-29
Inventor: IMOTO KATSUYUKI
Applicant: HITACHI CABLE
Classification:
- international: B28D5/00; B23K26/00; B23K26/40; H01L21/301; H05K3/00; B23K101/40; B28D5/00; B23K26/00; H01L21/02; H05K3/00; (IPC1-7): H01L21/301; B23K26/00; B23K101/40
- european:
Application number: JP19990356156 19991215
Priority number(s): JP19990356156 19991215

[Report a data error here](#)**Abstract of JP2001176820**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a machining method and its machining device which can part a substrate with high accuracy of size, without its position shift or pitching in or after machining. **SOLUTION:** A crack is made in the substrate by having its top surface irradiated with a laser beam and developed to part of the substrate. By this method, grooves 21 and 25 are previously formed on the irradiation track of the laser beam 2-3 and irradiated with the laser beam 2-3 while a cooling medium is blown, thereby splitting the substrate 6.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-176820

(P2001-176820A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチワード(参考)
H 0 1 L 21/301		B 2 3 K 26/00	D 3 C 0 6 9
B 2 3 K 26/00			3 2 0 E 4 E 0 6 8
	3 2 0	B 2 8 D 5/00	Z
B 2 8 D 5/00		H 0 5 K 3/00	N
H 0 5 K 3/00		B 2 3 K 101:40	
審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-356156

(22) 出願日 平成11年12月15日 (1999. 12. 15)

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(72) 発明者 井本 克之

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

(74) 代理人 100068021

弁理士 網谷 信雄

Fターム(参考) 3C069 AA03 BA08 BB01 BB04 CA03

CA11 EA01 EA02 EA05

4E068 AD01 AE01 CF00 CJ00 CJ01

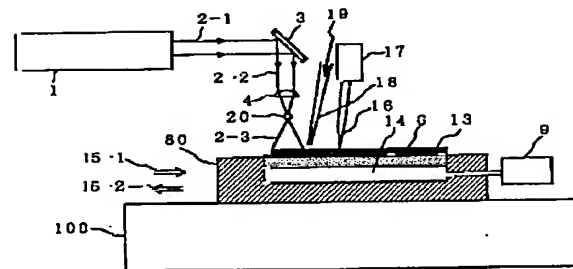
CJ07 CJ08 DB06 DB12 DB13

(54) 【発明の名称】 基板の加工方法及びその加工装置

(57) 【要約】

【課題】 加工中や加工後の基板の位置ずれやチッピングがない高寸法精度で分断できる基板の加工方法及びその加工装置を提供する。

【解決手段】 基板6表面にレーザービームを照射して基板にき裂を発生させ、そのき裂を進展させて基板を割断する方法において、レーザービーム2-3の照射軌跡線上に予め溝21、25を形成し、該溝21、25に冷却媒体を吹き付けつつレーザービーム2-3を照射して基板6を割断するようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板表面にレーザービームを照射して基板にき裂を発生させ、そのき裂を進展させて基板を切断する方法において、レーザービームの照射軌跡線上に予め溝を形成し、該溝に冷却媒体を吹き付けつつレーザービームを照射して基板を切断することを特徴とする基板の加工方法。

【請求項2】 冷却媒体として、水を用いた請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項3】 冷却媒体として、レーザービームを吸収する塗料を含んだ液体を吹き付けるようにした請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項4】 冷却媒体として、急冷ガスをを用いた請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項5】 急冷ガス中にレーザービームを吸収する薬品を含んでいる請求項4記載の基板の加工方法。

【請求項6】 冷却媒体として、液体と気体の混合体を用い、その混合体にレーザービームを吸収する薬品を含んでいる請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項7】 溝は、先端が先鋭な針状あるいはローラ状の金属突起物を基板表面に押し付けるか、回転させながら押し付けてけがき線を形成することで形成される請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項8】 溝は、基板に化学的エッチングを施して形成される請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項9】 レーザビームとして、そのビーム横幅が溝幅の2倍以内、そのビーム縦幅が溝幅の10倍以上に広がったレーザービームを用いた請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項10】 基板を格子状に切断し、少なくとも4個のチップに分割する請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項11】 基板のX方向あるいはY方向に切断き裂を発生させて分断させ、その切断した基板のY方向あるいはX方向への分断はへき開によって分断するようにした請求項10記載の基板の加工方法。

【請求項12】 溝は、基板の一方端から他方端の近傍、一方端から他方端まで、あるいは格子状に切断する交差部の近傍付近のいずれかに設けた請求項1記載の基板の加工方法。

【請求項13】 基板表面にレーザービームを照射して基板にき裂を発生させ、そのき裂を進展させて基板を切断する装置において、基板に溝を形成する溝形成手段と、該溝にレーザービームを照射するレーザービーム照射手段と、レーザービームが照射される溝に予め冷却媒体を吹き付ける冷却媒体吹き付け手段と、基板を移動する移動手段とを備えたことを特徴とする基板の加工装置。

【請求項14】 冷却媒体吹き付け手段は、溝に、冷却媒体として水か水蒸気を吹き付ける請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項15】 冷却媒体吹き付け手段は、冷却媒体中

にレーザービームを吸収する塗料を含んだ冷却媒体を溝に吹き付ける請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項16】 冷却媒体吹き付け手段は、溝に、冷却媒体として急冷ガスを吹き付ける請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項17】 冷却媒体吹き付け手段は、急冷ガス中にレーザービームを吸収する薬品を含んだ冷却媒体を吹き付ける請求項16記載の基板の加工装置。

【請求項18】 冷却媒体吹き付け手段は、溝に、冷却媒体として液体と気体の混合体を用い、その混合体にレーザービームを吸収する薬品を含ませた請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項19】 溝形成手段は、先端が先鋭な針状あるいはローラ状の金属突起物からなり、その金属突起物を基板表面に押し付けるか、回転させながら押し付けてけがき線を形成する請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項20】 溝形成手段は、基板を化学的エッチングで溝を形成する請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項21】 レーザビーム照射手段は、レーザービームの横幅が溝幅の2倍以内で、そのレーザービームの縦幅が溝幅の10倍以上に広がったレーザービームを基板に照射する請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項22】 移動手段は、基板を格子状に切断できるように少なくとも基板をX、Y、 θ 方向に移動できる機構を有する請求項13記載の基板の加工装置。

【請求項23】 溝形成手段は、基板の一方端から他方端の近傍、一方端から他方端まで、あるいは格子状に切断する交差部の近傍付近のいずれかに形成できる請求項13記載の基板の加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックス、ガラスあるいは半導体等の非金属材料からなる基板の加工方法及びその加工装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】セラミックス、ガラスあるいは半導体等の非金属材料基板を、数mmから数十mmサイズの方形チップに高寸法精度で切断する技術が重要視されている。

【0003】この種の切断方法としては、ダイシング加工法やスクライバーによるキズ付け後に応力を加えて割る方法が用いられてきた。

【0004】また近年では、基板表面にCO₂ レーザビームを照射して、熱応力によるき裂を発生させ、そのき裂をCO₂ レーザビームの照射軌跡に沿って進展させることにより、基板を切断する方法も検討されている。

【0005】さらに、ガラス基板の一方あるいは両方の面に、連続したけがき線を形成し、そのけがき線上にレーザービームを照射して切断する方法（特開平3-258476号公報）や、脆性材料製の板体の外周部に部分的

に切断溝を形成し、この溝を始点とする切断目標ラインに沿って切断用加熱体を移動させながら部分的に切断溝を始点とする板体の切断を進展させる切断工法において、板体表面に予め微細な加工溝をダイヤモンド工具あるいは噴射加工等によって形成しておく方法（特開平5-21673号公報）が開示されている。

【0006】そこで、本発明者はCO₂ レーザビームを用いた基板の分断について図7に示す装置を用いて検討した。

【0007】図7は、基板の分断装置の概念図を示したものである。

【0008】この分断装置は、CO₂ レーザ装置1から水平に進むCO₂ レーザビーム2を全反射ミラー3で鉛直方向に落射させ、集光レンズ4でCO₂ レーザビーム2を就航させて基板6へ照射させる。この基板6は、XYθステージ100上の真空吸着ステージ80上に置かれ、真空吸引穴7を通して真空排気装置9で真空排気することによって真空吸着ステージ80上に真空吸着される。

【0009】XYθステージ100をモータ駆動部（図示せず）で、X、Y、θ方向に移動させることによって、基板6をチップ状に分断する。基板6をチップ状に分断する際に、CO₂ レーザビームの照射方向に沿って矢印5-1及び5-2方向にアシストガス（N₂、Ar、O₂、空気等）を吹き付けながら行うことにより、基板6の分析面への熱変形歪みの発生を抑えるようになっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の基板の分断方法には次のような問題があった。

【0011】すなわち、図7に示す装置を用いた方法で、基板を格子状に分断して1mm角から十数mm角のチップを得ようとする、分断時に基板の位置がずれてしまい高寸法精度で基板を分断することができなかった。

【0012】ここで高寸法精度で基板を分断できない原因を図8を参照して説明する。

【0013】図8は、図7に示した装置に用いられる基板の固定部の平面図である。

【0014】基板6を真空吸着ステージ80上に真空吸着しておき、CO₂ レーザビームの照射により、基板6を切断線11-1、11-2、11-3、11-4、11-5で分断し、次に格子状に切断しようとして切断線11-6を形成すると、切断線11-5、11-4、11-3、11-2、11-1との各交差部12-1、12-2、12-3、12-4、12-5に不均一なずれが生じたまま切断することが分かった。

【0015】つまり、基板6に切断線11-1～11-5を形成した段階で、基板6を複数個の真空吸着穴7によって真空吸着ステージ80上に真空吸着しているにもか

かわらず、基板6が切断線11-1～11-5を形成することにより6個に分断され、それぞれ分断された基板片との間に数十μmから300μmの隙間が生じたのである。

【0016】この隙間の程度は、真空吸着力やアシストガス5-1、5-2のガス圧等に依存して変化した。このような隙間が生じた状態で切断線11-6を形成すると、それぞれの切断線の交差部12-1～12-5に不均一なずれ（直交した切断線とはならず、非直交した切断線となること）が生じ、方形（あるいは長方形）のチップを得ることができないという問題があった。

【0017】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、加工中や加工後の基板の位置ずれやチップングがない高寸法精度で分断できる基板の加工方法及びその加工装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明は、基板表面にレーザビームを照射して基板にき裂を発生させ、そのき裂を進展させて基板を切断する方法において、レーザビームの照射軌跡線上に予め溝を形成し、該溝に冷却媒体を吹き付けつつレーザビームを照射して基板を切断するようにした基板の加工方法である。

【0019】請求項2の発明は、冷却媒体として、水を用いた請求項1記載の基板の加工方法である。

【0020】請求項3の発明は、冷却媒体として、レーザビームを吸収する塗料を含んだ液体を吹き付けるようにした請求項1記載の基板の加工方法。

【0021】請求項4の発明は、冷却媒体として、急冷ガスを用いた請求項1記載の基板の加工方法である。

【0022】請求項5の発明は、急冷ガス中にレーザビームを吸収する薬品を含んでいる請求項4記載の基板の加工方法である。

【0023】請求項6の発明は、冷却媒体として、液体と気体の混合体を用い、その混合体にレーザビームを吸収する薬品を含んでいる請求項1記載の基板の加工方法である。

【0024】請求項7の発明は、溝は、先端が先鋭な針状あるいはローラ状の金属突起物を基板表面に押し付けるか、回転させながら押し付けてけがき線を形成することで形成される請求項1記載の基板の加工方法である。

【0025】請求項8の発明は、溝は、基板に化学的エッチングを施して形成される請求項1記載の基板の加工方法である。

【0026】請求項9の発明は、レーザビームとして、そのビーム横幅が溝幅の2倍以内、そのビーム縦幅が溝幅の10倍以上に広がったレーザビームを用いた請求項1記載の基板の加工方法である。

【0027】請求項10の発明は、基板を格子状に分割し、少なくとも4個のチップに分割する請求項1記載の

基板の加工方法である。

【0028】請求項11の発明は、基板のX方向あるいはY方向に切断き裂を発生させて分断させ、その切断した基板のY方向あるいはX方向への分断はへき開によって分断するようにした請求項10記載の基板の加工方法である。

【0029】請求項12の発明は、溝は、基板の一方端か他方端の近傍、一方端から他方端まで、あるいは格子状に切断する交差部の近傍付近のいずれかに設けた請求項1記載の基板の加工方法である。

【0030】請求項13の発明は、基板表面にレーザービームを照射して基板にき裂を発生させ、そのき裂を進展させて基板を切断する装置において、基板に溝を形成する溝形成手段と、該溝にレーザービームを照射するレーザービーム照射手段と、レーザービームが照射される溝に予め冷却媒体を吹き付ける冷却媒体吹き付け手段と、基板を移動する移動手段とを備えた基板の加工装置である。

【0031】請求項14の発明は、冷却媒体吹き付け手段は、溝に、冷却媒体として水か水蒸気を吹き付ける請求項13記載の基板の加工装置である。

【0032】請求項15の発明は、冷却媒体吹き付け手段は、冷却媒体中にレーザービームを吸収する塗料を含んだ冷却媒体を溝に吹き付ける請求項13記載の基板の加工装置である。

【0033】請求項16の発明は、冷却媒体吹き付け手段は、溝に、冷却媒体として急冷ガスを吹き付ける請求項13記載の基板の加工装置である。

【0034】請求項17の発明は、冷却媒体吹き付け手段は、急冷ガス中にレーザービームを吸収する薬品を含んだ冷却媒体を吹き付ける請求項16記載の基板の加工装置である。

【0035】請求項18の発明は、冷却媒体吹き付け手段は、溝に、冷却媒体として液体と気体の混合体を用い、その混合体にレーザービームを吸収する薬品を含ませた請求項13記載の基板の加工装置である。

【0036】請求項19の発明は、溝形成手段は、先端が先鋭な針状あるいはローラ状の金属突起物からなり、その金属突起物を基板表面に押し付けるか、回転させながら押し付けてけがき線を形成する請求項13記載の基板の加工装置である。

【0037】請求項20の発明は、溝形成手段は、基板を化学的エッチングで溝を形成する請求項13記載の基板の加工装置である。

【0038】請求項21の発明は、レーザービーム照射手段は、レーザービームの横幅が溝幅の2倍以内で、そのレーザービームの縦幅が溝幅の10倍以上に広がったレーザービームを基板に照射する請求項13記載の基板の加工装置である。

【0039】請求項22の発明は、移動手段は、基板を格子状に切断できるように少なくとも基板をX、Y、θ

方向に移動できる機構を有する請求項13記載の基板の加工装置である。

【0040】請求項23の発明は、溝形成手段は、基板の一方端か他方端の近傍、一方端から他方端まで、あるいは格子状に切断する交差部の近傍付近のいずれかに形成できる請求項13記載の基板の加工装置である。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適一実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0042】図1に本発明の基板の加工装置の一実施の形態を示し、同図において、図7と同じ符号のものは同じ機能を有するものである。

【0043】符号1は、本実施の形態ではCO₂ レーザ発振器であるが、それ以外にCOレーザ発振器、YAGレーザ発振器、YAGレーザの高調波(第2、第3高調波)発振器、エキシマレーザ発振器などを用いることができる。

【0044】CO₂ レーザ発振器1からのレーザービーム2-1は全反射ミラー3で直角に曲げられ、そのレーザービーム2-2が集光レンズ4に導かれる。集光レンズ4を通ったレーザービームは円柱ロッド(ZnSeの円柱ロッド)20に導かれ、線状ビーム(長さL、幅Wb)2-3に変換される。この線状ビーム2-3の長さLは基板6の切断線上に合わせられ、かつ予め形成された溝内に合わせられる。そして、その長さLは、溝幅Wmの10倍以上に拡張される。また線状ビーム2-3の幅Wbは、上記溝幅Wmの2倍以内に絞り込まれる。

【0045】基板6はワークテーブル80上に設けられた多孔質プレート13上に置かれ、多孔質プレート13の下部の真空排気口14、真空排気装置9を通して多孔質プレート13上に真空吸着されるようになっている。

【0046】すなわち、上記多孔質プレート13は10μmから100μm程度の気孔が無数に設けられたセラミックスあるいは金属製の真空吸着用のプレートであり、基板6を高い真空吸着度で真空吸引することができる。

【0047】ワークテーブル80は、XYZθ方向に移動することができる移動装置100上に設けられており、この図では矢印15-2(あるいは15-1)方向に移動させられる。

【0048】16は、基板6上に予め溝を形成するための先端が先鋭な金属突起物であり、例えば超硬からなる針状やローラ型回転チゼル、薄刃ダイヤモンド砥石等を用いる。17は、上記金属突起物16に所望の圧力を加えるための加工機構部である。

【0049】18は、上記金属突起物16によって形成された溝内に冷却媒体(液体が気体あるいは液体と気体の混合体)を吹き付けるノズルであり、19は、上記ノズル18内に送り込む冷却媒体の送込方向を示す矢印である。

【0050】この図1を用いて溝形成、溝内の冷却媒体吹き付け、溝内へのレーザービーム照射の具体例を図2～図4を用いて説明する。

【0051】図2は、基板6上に溝21を形成しつつ、その形成された溝21内に液体22を吹き付け、そしてその後からレーザービーム2-3を照射して溝21に沿って基板6を切断する方法の具体例を示したものである。

【0052】基板6はワークテーブル80上に真空吸着によって固定され、矢印15-2方向へ所望の速度で移動される。

【0053】その基板6上に図1に示した金属突起物16によって溝(幅 W_m)21を形成し、直ぐその後からノズル18によって冷却媒体として液体22を溝21内に吹き付ける。液体22としては、水、水蒸気、インク(黒、青、緑色等の着色したインク)、油性塗料液(黒、青、緑色等の着色した塗料液)等のレーザーエネルギーを吸収する液体を用いる。

【0054】そして上記液体22の吹き付けたすぐ後にレーザービーム2-3を照射する。このレーザービーム2-3は、長さ L 、幅 W_b を有する線状ビームが好ましい。それ以外に楕円ビームであってもよい。

【0055】この液体22を吹き付けるメリットは3つある。1つは、冷却によって溝21内のき裂を加速させる作用がある。2つ目は、レーザービーム2-3を溝21内の液体22に吸収させることによって切断き裂をより進展させる作用がある。3つ目は溝21内に発生したパーティクルを吹き流して除去する作用がある。また基板6として、レーザービーム2-3の吸収しにくいような基板6を切断する場合に有効である。さらにレーザービーム2-3が基板6に吸収されにくいレーザービーム2-3を用いた場合にも有効である。

【0056】図3は、図2の冷却媒体として液体22を吹き付ける代わりに気体23を吹き付ける例を示したものである。

【0057】ここで気体23としては、0℃以下の冷媒ガス、塗装剤を含んだガス等を用いる。冷媒ガスを吹き付けて急冷した直後にレーザービーム2-3を照射すると、より大きな温度差をもたせることができるので、切断き裂が発生し安くなり、切断速度をはやめることができる。

【0058】図4は、図2の冷却媒体として液体22を吹き付ける代わりに混合体24を吹き付ける例を示したものである。

【0059】混合体24としては、例えば、インクや塗料の上記を露点が-20℃以下のHeやN₂ガスで搬送させたものを用いる。このようにすれば、レーザービーム2-3の吸収効果の促進による切断のしやすさと、冷却効果による切断速度の向上が期待できる。

【0060】図5は本発明の基板の加工装置の他の実施の形態を示したものである。

【0061】本実施の形態では、基板6に予め化学的エッチング法(ドライ又はウェットエッチング法)によって溝を形成したものを切断加工する装置に適している。

【0062】すなわち、この装置には、図1に示した金属突起物16の溝形成手段が設けられていない。

【0063】この図5の装置を用いた基板の切断の特徴は、パーティクル発生がないことである。また溝が予めフォトリソを用いて化学的エッチング法により、寸法精度よく形成されているので、高寸法精度のチップを切断により得ることができる。

【0064】なお、上記溝は基板6の端部にまで形成しておくことが望ましい。

【0065】図6は、上記化学的エッチング法によって形成した溝25-1～25-18が格子状に形成されている。そしてこれらの溝25-1～25-18に冷却媒体として例えば液体22を吹き付けながら、直ぐその後でレーザービーム2-3を照射して切断き裂を発生、進行させて基板6を切断するようにしたものである。

【0066】本発明に用いる基板6には、ガラス(石英系、多成分系)、磁性体(セラミックス、YIG等)、半導体(Si、GaAs、InP等)、結晶(サファイヤ、LiNbO₃、LiTaO₅等)を用いることができる。なお、上記基板の中、表面、あるいは表面に電子回路、電子部品、光回路、光部品、などが形成されていてもよい。

【0067】図6に置いて、レーザービーム2-3の照射による切断は、例えば、溝25-1～25-9のX方向のみとし、Y方向の溝25-10～25-19に対しては機械的応力を加えたへき開によって割るようにしてもよい。

【0068】上記基板6の一例としては、半導体レーザーの形成された基板がある。上記半導体レーザーの入出力端面は所望の高反射率を実現させる必要があることから、従来へき開によって形成されていた両端面が入出力端面として用いられる。そこで図6の場合にもY方向の溝25-10～25-18はへき開によって割るようにし、入出力端面として用いる。

【0069】図2、図3、図4、図6に置いて、溝は基板の一方端から他方端まで形成する以外に、基板の一方端か他方端の近傍に設けるようにしてもよい。あるいは格子状に切断する交差部の近傍付近に設けてもよい。またレーザービーム2-3の照射方向に沿ってアシストガスを吹き付けるようにしてもよい。

【0070】溝の幅 W_m は、10数 μm ～100 μm の範囲が好ましく、また溝の深さも上記値と同程度の値が好ましい。

【0071】ノズル18のノズルの内径はできる限り小さいことが望ましく、例えば液体を噴射させる場合には、インクジェット方式のように極細のインクが噴射できるようにすれば、溝内に正確に噴射することができ

る。

【0072】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような効果を奏する。

【0073】(1) 基板を微少なサイズに高寸法精度で割断することができる。

【0074】(2) 割断したチップは、チップングが発生せず、またチップのコーナを直角に割断することができる。

【0075】(3) 割断速度を速くすることができる。

【0076】(4) 割断しにくい基板も割断することができる。

【0077】(5) 冷却しながらレーザービームを照射することにより、基板への熱歪の残留応力を抑えることができる。

【0078】(6) レーザビームは、ほぼ溝内に照射されるので、基板は溝に沿って忠実に切断される。また溝内に冷却媒体（液体、気体、あるいは混合体）が吹き付けられるので、より高速で切断することができる。さらに冷却媒体の吹き付けによって切断面のクリーニングもで

きる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態を示す図である。

【図2】本発明において、基板を切断する具体例を示す図である。

【図3】本発明において、基板を切断する具体例を示す図である。

【図4】本発明において、基板を切断する具体例を示す図である。

【図5】本発明の他の実施の形態を示す図である。

【図6】本発明において、基板を切断する具体例を示す図である。

【図7】従来の基板の加工装置を示す図である。

【図8】従来の基板を割断する具体例を示す図である。

【符号の説明】

2-3 レーザビーム

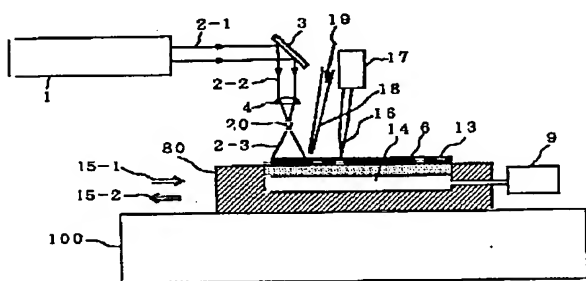
6 基板

16 金属突起物

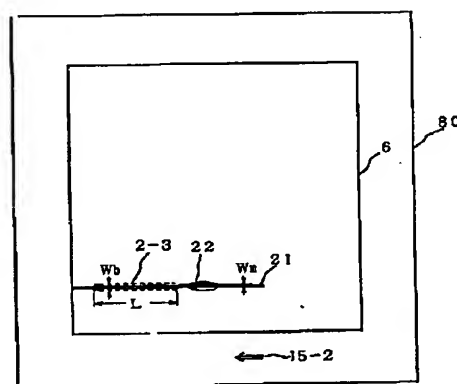
18 ノズル

21, 25 溝

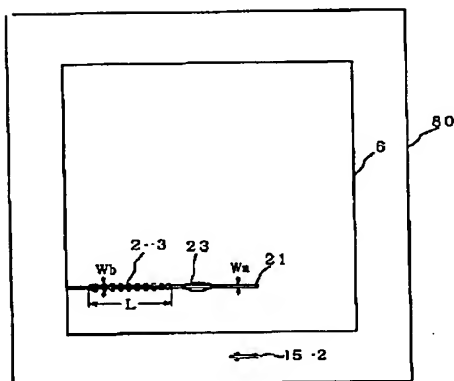
【図1】



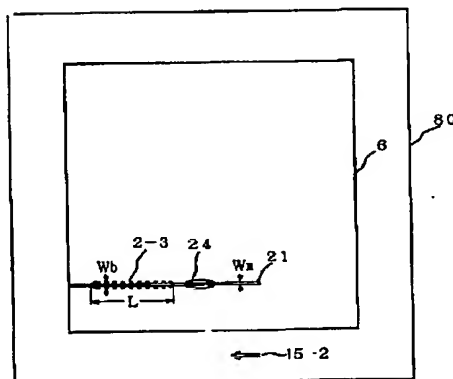
【図2】



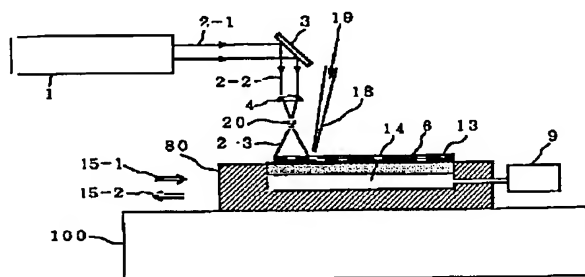
【図3】



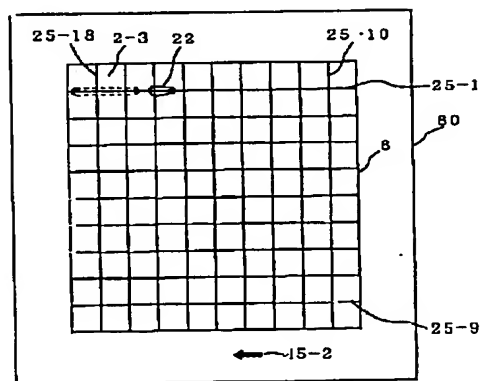
【図4】



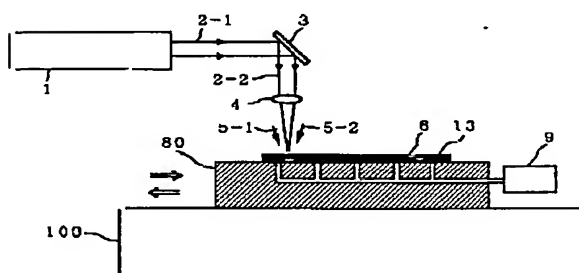
【図5】



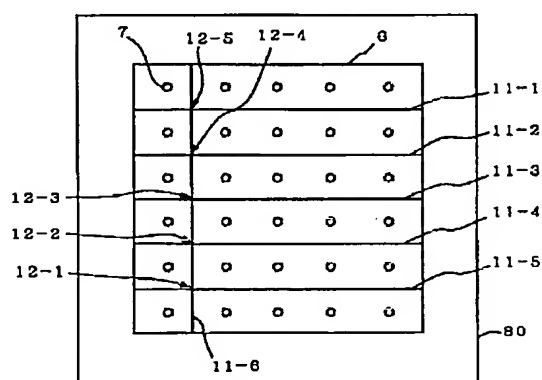
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
// B 23 K 101:40

識別記号

F I
H O 1 L 21/78

(参考)

BS